

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-301962
 (43)Date of publication of application : 31.10.2000

(51)Int.CI. B60K 28/06
 A61B 5/18
 G01B 11/00
 G01B 11/02
 G06T 1/00
 G06T 7/20
 G08B 21/06

(21)Application number : 11-113939

(71)Applicant : NILES PARTS CO LTD
 NISSAN MOTOR CO LTD

(22)Date of filing : 21.04.1999

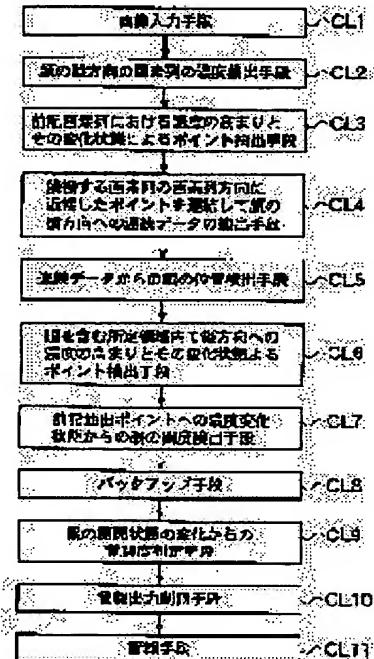
(72)Inventor : KAWAMURA HIROYUKI
 FUKUDA TAKESHI
 KANEDA MASAYUKI
 OWADA MASAJI

(54) EYE CONDITION DETECTING DEVICE AND ALARM DEVICE FOR SLEEP DURING DRIVING

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To properly determine whether or not there is misrecognition about eyes and to prevent false alarms due to tracking errors.

SOLUTION: This device includes an image input means CL1 for inputting images of a face and an eye aperture detecting means CL7 for detecting the apertures of eyes from face image data input by the image input means CL1. When the eye aperture value detected by the eye aperture detecting means CL7 does not vary for a predetermined time T1, the positions of the eyes are determined to be misrecognized.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-301962

(P2000-301962A)

(43)公開日 平成12年10月31日 (2000. 10. 31)

(51)Int.Cl.⁷
B 6 0 K 28/06
A 6 1 B 5/18
G 0 1 B 11/00
11/02
G 0 6 T 1/00

識別記号

F I
B 6 0 K 28/06
A 6 1 B 5/18
G 0 1 B 11/00
11/02
G 0 8 B 21/06

テマコト^{*}(参考)
A 2 F 0 6 5
3 D 0 3 7
H 4 C 0 3 8
H 5 B 0 5 7
5 L 0 9 6

審査請求 未請求 請求項の数 8 OL (全 15 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号

特願平11-113939

(22)出願日

平成11年4月21日 (1999. 4. 21)

(71)出願人 390001236

ナイルス部品株式会社
東京都大田区大森西5丁目28番6号

(71)出願人 000003997

日産自動車株式会社
神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地

(72)発明者 河村 弘之

茨城県北相馬郡利根町大平31 ナイルス部
品株式会社内

(74)代理人 100083806

弁理士 三好 秀和 (外8名)

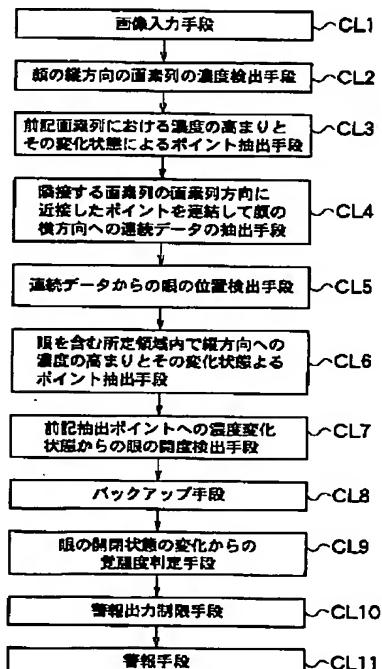
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 眼の状態検出装置、居眠り運転警報装置

(57)【要約】

【課題】 適正に眼の誤認を判定し、又、追跡ミスによる誤警報を防止する。

【解決手段】 顔画像を入力する画像入力手段CL1と、該画像入力手段CL1により入力された顔の画像データから眼の開度を検出する眼の開度検出手段CL7と、該眼の開度検出手段CL7で検出された眼の開度値が所定時間T1変化しないときに眼の位置を誤認識していると判断することを特徴とする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 顔画像を入力する画像入力手段と、該画像入力手段により入力された顔の画像データから眼の開度を検出する眼の開度検出手段と、該眼の開度検出手段で検出された眼の開度値が所定時間T1変化しないときに眼の位置を誤認識していると判断する判断手段とを有することを特徴とする眼の状態検出装置。

【請求項2】 請求項1記載の眼の状態検出装置であって、前記眼の開度検出手段より出力される眼の開度値の変化より眼の開閉状態を判定し、この開閉状態の変化から覚醒度を判定する覚醒度判定手段を備えたことを特徴とする眼の状態検出装置。

【請求項3】 請求項1又は請求項2記載の眼の状態検出装置であって、

前記画像入力手段により入力された顔の画像データから眼の位置座標を検出する眼の位置検出手段と、該眼の位置座標が所定値以上移動した場合には、前記所定時間T1を短くすることを特徴とする眼の状態検出装置。

【請求項4】 請求項2記載の眼の状態検出装置であって、

前記画像入力手段により入力された顔の画像データから眼の位置座標を検出する眼の位置検出手段と、前記覚醒度判定手段により覚醒度が低下していると判定されたときに警報を発する警報手段と前記眼の位置座標が所定値以上移動した場合には、所定時間T2の間、居眠り警報出力を禁止する警報出力禁止手段とを備えたことを特徴とする居眠り運転警報装置。

【請求項5】 請求項3記載の眼の状態検出装置であって、

前記覚醒度判定手段により覚醒度が低下していると判定されたときに警報を発する警報手段と、

前記眼の位置座標が所定値以上移動した場合には、所定時間T2の間、居眠り警報出力を禁止する警報出力禁止手段とを備えたことを特徴とする居眠り運転警報装置。

【請求項6】 請求項4又は請求項5記載の居眠り運転警報装置であって、

居眠り警報出力を禁止する所定時間T2は、眼の誤認識を判別する前記所定時間T1より長いことを特徴とする居眠り運転警報装置。

【請求項7】 請求項4～請求項6記載の居眠り運転警報装置であって、

前記警報出力禁止手段は、前記眼の位置座標が所定値以上移動した後、所定時間T2以内に該移動する前の位置を基準にした許容領域内に眼が検出された場合には、居眠り警報出力の禁止を解除することを特徴とする居眠り運転警報装置。

【請求項8】 請求項4～請求項7のいずれかに記載の

居眠り運転警報装置であって、

前記眼の位置検出手段により眼の位置座標が検出された場合には、前記警報出力禁止手段による居眠り警報出力を所定時間T3の間だけ禁止することを特徴とする居眠り運転警報装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、車両の運転手、船舶の操船者、プラント等のオペレータ等の居眠り状態を検出し警報することなどに供する眼の状態検出装置および居眠り運転警報装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来の画像処理によるこの種の装置には、例えば特開平10-143669号公報に開示されたものがある。これは濃淡画像を対象として眼の位置を検出し、眼の開度値による開閉眼判定を行いながら眼を追跡する構成としている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、前記従来の装置では、眼の位置検出が誤っているか否かは、眼の開度値データとしての最大値と最小値を検出して保持し、この範囲外の値が出力されるか否かで判断していた。従って、眼以外で開度値がほぼ一定のものを眼と認識した場合には、眼の位置検出が誤認であることを判断できない。又、影等の影響で開度値データ以外の値が出力されると眼の誤認であると判断してしまう。

【0004】また、単に追跡領域内における画像の濃度変化のみによって検出対象である眼を特定していたため、顔を大きく速く動かした場合や、眼鏡を掛けている眼の回りにノイズになるものが多くある場合等に、検出対象が眼から眉毛や眼鏡のフレームに入れ替わった時に、眉毛が薄かったり、眼鏡のフレームが細かったりすると開度値が小さくなり誤警報するという問題があった。

【0005】そこで、本発明は、適正に眼の誤認を判断できる眼の状態検出装置および居眠り運転警報装置の提供を課題とする。又、本発明は、眼の位置の移動状態を判定して警報出力に制限を加えることで追跡ミス等による誤警報を低減する居眠り運転警報装置の提供を課題とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】請求項1の発明は、顔画像を入力する画像入力手段と、該画像入力手段により入力された顔の画像データから眼の開度を検出する眼の開度検出手段と、該眼の開度検出手段で検出された眼の開度値が所定時間T1変化しないときに眼の位置を誤認識していると判断する判断手段とを有することを特徴とする。

【0007】請求項2の発明は、請求項1記載の眼の状態検出装置であって、前記眼の開度検出手段より出力さ

れる眼の開度値の変化より眼の開閉状態を判定し、この開閉状態の変化から覚醒度を判定する覚醒度判定手段を備えたことを特徴とする。

【0008】請求項3の発明は、請求項1又は請求項2記載の眼の状態検出装置であって、前記画像入力手段により入力された顔の画像データから眼の位置座標を検出する眼の位置検出手段と、該眼の位置座標が所定値以上移動した場合には、前記所定時間T1を短くすることを特徴とする。

【0009】請求項4の発明は、請求項2記載の眼の状態検出装置であって、前記画像入力手段により入力された顔の画像データから眼の位置座標を検出する眼の位置検出手段と、前記覚醒度判定手段により覚醒度が低下していると判定されたときに警報を発する警報手段と、前記眼の位置座標が所定値以上移動した場合には、所定時間T2の間、居眠り警報出力を禁止する警報出力禁止手段とを備えたことを特徴とする。

【0010】請求項5の発明は、請求項3記載の眼の状態検出装置であって、前記覚醒度判定手段により覚醒度が低下していると判定されたときに警報を発する警報手段と、前記眼の位置座標が所定値以上移動した場合には、所定時間T2の間、居眠り警報出力を禁止する警報出力禁止手段とを備えたことを特徴とする。

【0011】請求項6の発明は、請求項4又は請求項5記載の居眠り運転警報装置であって、居眠り警報出力を禁止する所定時間T2は、眼の誤認識を判別する前記所定時間T1より長いことを特徴とする。

【0012】請求項7の発明は、請求項4～請求項6記載の居眠り運転警報装置であって、前記警報出力禁止手段は、前記眼の位置座標が所定値以上移動した後、所定時間T2以内に該移動する前の位置を基準にした許容領域内に眼が検出された場合には、居眠り警報出力の禁止を解除することを特徴とする。

【0013】請求項8の発明は、請求項3～請求項7のいずれかに記載の居眠り運転警報装置であって、前記眼の位置検出手段により眼の位置座標が検出された場合には、前記警報出力禁止手段による居眠り警報出力を所定時間T3の間だけ禁止することを特徴とする。

【0014】

【発明の効果】請求項1の発明では、検出対象となっているデータが眼であれば所定時間T1内に眼の開度値の変化があるが、眼でなければ所定時間T1内に眼の開度値の変化がないため、適正に眼の誤認を判断でき、眼の位置の誤検出を防止できる。

【0015】請求項2の発明では、請求項1の発明の効果に加え、検出対象である眼で覚醒度を判定できる。

【0016】請求項3の発明では、請求項1又は請求項2の発明の効果に加え、眼の位置座標が所定値以上移動した場合には検出対象が眼から眼以外のものに入れ替わっている可能性があり、眼の開度変化がない状態を確認

する時間T1を、短く設定することにより誤った対象を追跡し続ける時間を短縮できる。

【0017】請求項4の発明では、請求項2の発明の効果に加え、眼の位置座標が所定値以上移動し、検出対象が眼から眼以外のものに入れ替わり、この入れ替わった眼以外のものが閉眼相当の縦幅しかない場合には、所定時間T2の間に亘って居眠り警報出力が禁止されるため、この時間が適正な判断をする猶予時間となり、眼を閉じたと認識して生じる誤警報を防止できる。

【0018】請求項5の発明では、請求項3の発明の効果に加え、眼の位置座標が所定値以上移動し、検出対象が眼から眼以外のものに入れ替わり、この入れ替わった眼以外のものが閉眼相当の縦幅しかない場合には、所定時間T2の間に亘って居眠り警報出力が禁止されるため、この時間が適正な判断をする猶予時間となり、眼を閉じたと認識して生じる誤警報を低減できる。

【0019】請求項6の発明では、請求項4又は請求項5の発明の効果に加え、眼の位置座標が所定値以上移動し、検出対象が眼から眼以外のものに入れ替わり、この

入れ替わった眼以外のものが閉眼相当の縦幅しかない場合には、眼の誤認識を判別する所定時間T1より長い所定時間T2の間に亘って居眠り警報出力が禁止されるため、眼を閉じたと誤認識して生じる誤警報を確実に防止できる。

【0020】請求項7の発明では、請求項4～請求項6の発明の効果に加え、トラックのように顔が激しく上下動するような状況が発生する車両では、眼を正確に追跡していくても眼の位置座標が所定値を越えて移動することがあるが、このような場合に検出対象が許容領域に戻ったことを所定時間T2以内に検出することで確実な警報を行なうことができる。

【0021】請求項8の発明では、請求項3～請求項7の発明の効果に加え、眼の位置検出手段が眼を誤検出し、且つ、この誤検出の対象が閉眼相当の縦幅しかない場合に出る誤警報を低減できる。

【0022】

【発明の実施の形態】本装置は、自動車の他に鉄道車両、船舶、プラントのオペレータ等の居眠り運転警報として用いることができるが、本実施形態では自動車に適用した場合で説明する。

【0023】図1は本発明の一実施形態を適用した眼の状態検出装置及び居眠り運転警報装置の機能ブロック図にかかり、該装置は、画像入力手段CL1と、濃度検出手段CL2と、画像内ポイント抽出手段CL3と、連続データ抽出手段CL4と、眼の位置検出手段CL5と、領域内ポイント抽出手段CL6と、眼の開度検出手段CL7と、バックアップ手段CL8と、覚醒度判定手段CL9と、警報出力禁止手段CL10と、警報手段CL11とを備えている。

【0024】前記画像入力手段CL1は、顔画像を入力

する。前記濃度検出手段CL2は、前記画像入力手段CL1により入力された顔の画像データの縦方向の画素列における濃度の局所的な高まりを検出する。前記画像内ポイント抽出手段CL3は、本実施形態においてポイント抽出手段を構成し、前記濃度検出手段CL2で検出された濃度の高まりとその変化状態より画素を定めて抽出点とする。前記連続データ抽出手段CL4は、前記画像内ポイント抽出手段CL3で抽出された抽出点が、隣接する画素列で近接することにより顔の横方向に伸びる連続データを抽出する。

【0025】前記眼の位置検出手段CL5は、前記連続データ抽出手段で抽出された連続データの中から眼を選択(検出)する。前記領域内ポイント抽出手段CL6は、前記眼の位置検出手段CL5により検出された眼の位置に基づき眼を含む所定領域を特定し、この領域を追跡領域として設定し、この追跡領域内で縦方向への濃度の高まりとその変化状態より画素を定めて抽出点とする。前記眼の開度検出手段CL7は、前記領域内ポイント抽出手段CL6で抽出された抽出点が、隣接する画素列で近接することにより顔の横方向に伸びる連続データを抽出することにより眼の詳細な位置を検出して濃度値を読み出す範囲を特定し、その範囲内の濃度変化状態から眼の開度を検出する。又、前記眼の開度検出手段CL7は、所定領域内に出現する連続データの詳細位置を基に次に取り込む画像での処理領域を設定することによって追跡領域外を含めて眼の位置変化に対応でき、これにより眼の位置座標を検出できるよう構成されている。従って、前記領域内ポイント抽出手段CL6、及び、前記眼の開度検出手段CL7は、本実施形態において眼の開度検出手段を構成している。

【0026】尚、領域内ポイント抽出手段CL6で検出する連続データは、前記画像内ポイント抽出手段CL3で検出する連続データよりも微細であり、正確な検出を行うようになっているが、後者を前者と同等の粗さで検出することにより、処理を早める構成にすることができる。

【0027】前記バックアップ手段CL8は、前記眼の開度検出手段CL7から出力される眼の開度値の変化をチェックし、この眼の開度値の時系列の変化が所定時間T1を越えた場合においてもなかったとき、再び前記眼の位置検出手段CL5による眼の位置検出処理に戻す。つまり、眼の位置検出をやり直しさせる。

【0028】前記覚醒度判定手段CL9は、前記眼の開度検出手段CL7による眼の閉閉状態の変化から覚醒度を判定する。前記警報出力禁止手段CL10は、眼の移動状態を判定することにより警報出力を所定時間T2だけ制限する。前記警報手段CL11は前記前記覚醒度判定手段CL9により覚醒度が低下していると判定された時に、ブザーなどの警報を発する。

【0029】図2は本発明の一実施形態にかかる構成ブ

ロック図である。図2において、前記画像入力手段CL1としてのTVカメラ21は、自動車のインストルメントに設置され、運転者の顔部分を正面から撮影する。このTVカメラ21の入力画像は、本実施形態では、後述する図6のように横方向(X)512画素、縦方向(Y)480画素からなる。

【0030】前記TVカメラ21で撮影された入力画像は、A-D変換器22を介してデジタル量の画像データとして画像メモリ23に格納される。画像メモリ23の出力は画像データ演算回路24に入力される。

【0031】この画像データ演算回路24は、入力画像データに基づいて顔の縦方向の画素列の濃度を検出し、この検出された画素列の濃度の高まりとその変化状態より画素を定めて抽出点とし、この抽出された抽出点について、隣接する画素列の画素列方向に近接した抽出点を連続させることにより顔の横方向に伸びる連続データを抽出する。即ち、この画像データ演算回路24は、前記濃度検出手段CL2、前記画像内ポイント抽出手段CL3、及び、連続データ抽出手段CL4を構成している。

【0032】画像データ演算回路24の出力は、眼の位置検出回路25に入力される。

【0033】該眼の位置検出回路25は、前記連続データから眼の選択を行うことで眼の位置を検出し、本実施形態において前記眼の位置検出手段CL5を構成している。眼の位置検出回路25の出力は、開閉眼検出回路26に入力される。

【0034】該開閉眼検出回路26は、前記眼の位置検出回路25により検出された眼の位置に基づき眼を含む所定領域を特定し、この領域を追跡領域として設定し、この追跡領域内で縦方向への濃度の高まりとその変化状態より画素を定めて抽出点とし、この抽出された抽出点について、隣接する画素列の画素列方向に近接した抽出点を連続させることにより顔の横方向に伸びる連続データを抽出することで眼の詳細な位置を検出して濃度値を読み出す範囲を特定し、その範囲内の濃度変化状態から眼の開度を検出する。又、前記開閉眼検出回路26は、所定領域内に出現する連続データの詳細位置を基に次に取り込む画像での処理領域を設定することによって追跡領域外を含めて眼の位置変化に対応でき、これにより眼の位置座標を検出できるよう構成されている。即ち、開閉眼検出回路26は、本実施形態において前記領域内ポイント抽出手段CL6、及び、前記眼の開度検出手段CL7を構成している。開閉眼検出回路26の出力はバックアップ回路27に入力される。

【0035】該バックアップ回路27は、前記開閉眼検出回路26から出力される眼の開度値の変化をチェックし、この眼の開度値の時系列の変化が所定時間T1を越えた場合においてもなかったとき、再び前記眼の位置検出回路25による眼の位置検出処理に戻し、本実施形態において前記バックアップ手段CL8を構成している。

【0035】覚醒度判定回路28は、前記閉眼検出回路26から出力される眼の閉眼状態の変化から覚醒度を判定し、本実施形態において前記覚醒度判定手段CL9を構成している。

【0036】警報出力制限回路29は、眼の移動状態を判定することにより警報出力を所定時間T2だけ制限し、本実施形態において前記警報出力禁止手段CL10を構成している。

【0037】警報装置30は、前記覚醒度判定回路28により覚醒度が低下していると判定された時に、運転者に注意を促す警報を発し、本実施形態では前記警報手段CL11を構成している。

【0038】次に、上記構成における動作の流れを、図3と図4のフローチャートに基づいて説明する。まず、ステップ301において、TVカメラ21(図2に示す)によって顔部分が撮影され、ステップ302で1フレーム分の入力画像がA-D変換器22(図2に示す)でデジタル信号に変換され、画像メモリ23(図2に示す)に格納される。

【0039】次に、ステップ303において、眼の追跡領域が設定されているかどうかをチェックする。眼の追跡領域とは、眼を含む所定領域を示し、この領域内に出現する連続データの位置を検出することによって眼の詳細な位置を認定し、この特定された位置の濃度データを読み出すことにより眼の開度検出を行っている。又、所定領域内に出現する連続データの詳細位置を基に次に取り込む画像での処理領域を設定することによって追跡領域外を含めて眼の位置変化に対応できるようにしている。

【0040】眼の追跡領域が設定されていない場合は、ステップ304およびステップ305において、眼の位置検出を行い、且つ、これに基づいて眼の追跡領域となる横方向(X方向)の幅と縦方向(Y方向)の幅を設定する。眼の位置検出の詳細は図5のフローチャートと、図6～図11に示す説明図により後述する。ステップ303で眼の追跡領域が設定されていると判断された場合、ステップ306で眼の開度と詳細な位置検出が行われる。この処理の詳細は、図12のフローチャートと、図13～図15に示す説明図により後述する。

【0041】この後、ステップ307において、前ステップで検出された眼の開度値の変化を前フレームにおける値と比較することによって、眼の開度変化に相当する状態が発生しているか否かを判定する。プログラムのスタート直後で初めてステップ307に入っている場合には、前画像フレームでの値がメモリされていないため、変化はないとみなされステップ308に移行する。ステップ308では、開度値変化のない状態が所定時間T1以上続いたかどうかを判定しており、所定時間T1を越えていない場合は、図4のステップ401に移行する。この所定時間T1は、瞬きが1回は発生する

と考えられるタイミングにより設定される。

【0042】ステップ308で所定時間T1以上と判定された場合は、瞬きによる開度変化がないことから、検出対象となっているデータが眼ではないと判定し、ステップ309で、眼の追跡領域をクリアし、ステップ301に戻し、再度眼の位置検出処理を行う。ここで、検出対象となっているデータが眼であれば所定時間T1内に眼の開度値の時系列の変化があるが、検出対象となっているデータが眼でなければ所定時間T1内に眼の開度値の時系列の変化がないため、適正に眼の誤認識を判断でき、このように眼の位置を誤認識していると判断した場合には、眼の位置検出手段による眼の位置の検出処理をやり直すため、眼の位置の誤検出を防止できる。

【0043】ステップ307で眼の開度変化があると判定された場合や、開度値変化がなくてもステップ308で所定時間T1を越えていないと判定された場合は、図4のステップ401に移行する。ステップ401では、開度値の変化範囲を学習することで設定できる基準値を用いることにより閉眼を判定する。ステップ402では、図3のステップ306で眼の開度値と共に算出される眼の位置座標を用いて追跡(検出)対象の移動量を判定する。尚、この時、警報を制限するタイマーをコントロールするために警報制限フラグがOFFであることも確認する。ステップ402で追跡対象である眼の位置座標が所定値以上移動していると判定されない場合は、ステップ404に移行する。

【0044】また、ステップ402で追跡対象である眼の位置座標が所定値以上移動していると判定された場合は、ステップ403に移行し、警報制限タイマーをスタートさせ、警報制限タイマーをONにした後、ステップ404に移行する。ステップ404では警報制限時間をコントロールする警報制限タイマーが所定時間T2を越えたか否かを判定しており、警報制限タイマーが起動状態で、且つ、所定時間T2を越えた場合に限ってステップ405に移行し、警報制限フラグをOFFにする。この処理の詳細は、図17～図19に示す説明図により後述する。

【0045】ステップ406では、眼の追跡領域の更新を行い、更にステップ407で閉眼出力の出現パターンによる覚醒度の判定を行う。ステップ408では、警報制限フラグのON・OFFを確認し、警報制限フラグがOFFで、且つ、ステップ401で閉眼と判定される結果が連続して出力され長い閉眼が発生していると判断される場合は、運転者に注意を促す警報をステップ409で発する。この後、図3のステップ301に戻り次の画像入力を同様の処理を続ける。

【0046】次に、眼の位置検出の詳細を説明する。

【0047】眼の位置検出処理の流れを図5のフローチャートに基づいて説明する。まず、ステップ501では、図6に示すようにY軸方向にライン上のデータに対

してポイント抽出の処理を行い1ライン終了後に、一つ隣りのラインの処理に移行し、所定方向の全ラインでのポイント抽出が終了したか否かを判断する。ステップ501で全ラインにおいてポイント抽出が行われていないと判断された場合は、ステップ502に移行する。このステップ502では、所定方向の1ラインの濃度値の相加平均演算を行う。この処理は、画像データ撮影時の濃度値の変化の小さなばらつきを無くすことを目的としており、濃度値の大局的な変化を捉えるためである。図7(a)に、図6のXaのラインデータの相加平均演算の処理結果を示す。

【0048】図5のステップ503では、ステップ502の演算結果である相加平均値における微分演算を行う。この処理結果である微分値によるポイント抽出を行う。そのポイントの抽出方法は、微分値が負から正に変化するポイント(p1～p5)、図7(a)でいうと、グラフが下向きに凸になるポイントを抽出する。次に、そのポイントに達するまでの濃度値の変化(q1～q5)が所定値以下であるか否か、図7(b)のグレーの部分に入るか否かを判定し、所定値以下の濃度値の変化を持つポイントを対象としてY座標値(A1～A3)を抽出する。

【0049】この処理が1ライン終了後、ステップ505で、次のラインの処理に切り換えて行く。この処理を繰り返す中で、例えば図6に示すXbのようなラインの場合、図8(a)、(b)からも分かるように抽出ポイントがない場合もある。

【0050】ステップ501で全ラインのポイント抽出が終了したと判断されると、図9に示すようなポイントが抽出される。つまり、図9のXcライン上では、A1、A2の二つのポイントが抽出されており、Xdライン上では、A1、A2、A3、A4の四つのポイントが抽出されていることになる。

【0051】この後、ステップ506へ移行し、隣り合う各ラインの抽出ポイント(A1、A2、A3...)のY座標値を比較し、Y座標値が所定値以内の場合、連続データとして、①連続データのグループ番号、②連続開始ライン番号、③連続データ数をメモリする。この具体的な処理内容を図10を用いて説明する。ライン1には、Y座標値が192と229の二つの抽出ポイントがある。ライン1のY座標値が192のポイントは左隣りのラインが存在しないので、この段階での連続データはないため、①連続データのグループ番号は“1”となる。また、Y座標値が229のポイントも同様の理由でこの段階での連続データは存在しないため、①連続データのグループ番号は“2”とする。

【0052】次に、右隣りのライン2のY座標値191のポイントは、左隣りのライン1のY座標値192と10以内のポイントであるため、連続データのグループ番号を“1”とする。この時、③連続データ数は2とな

る。ライン2のY座標値224のポイントにおいても同様の判定を行うと、①連続データのグループ番号は“2”となり、③連続データ数は2となる。

【0053】次のライン3のY座標値360のポイントでは、左隣りのライン2に360と10以内になるポイントが存在しないので、①連続データのグループ番号は“3”となり、③連続データ数は1となる。

【0054】また、ステップ506での②連続開始ライン番号は、③連続データ数が1と判断されるポイントを有するライン番号のことをいう。

【0055】ステップ506では、このようにして各ラインのポイントの連続性の判断を全ラインにおいて終了するまで行い、ステップ507へ移行する。

【0056】ステップ507では、同じ連続データのグループ番号を持つポイントのY座標値の平均値を④連続ポイントの平均値にメモリする。この値は、そのグループの代表Y座標値として用いることができる。また、連続開始ラインとその連続データ数から連続終了ラインを求め、連続開始ラインと連続終了ラインの平均値をメモリする。この値は、そのグループの代表X座標値として用いることができる。

【0057】このようにして得られた各連続グループデータを、ステップ508で、各連続グループの長さ、(X、Y)座標値により判定することにより、眼の位置が特定(検出)できる。

【0058】ここで、図11を用いて具体的な眼の位置検出方法について説明する。

【0059】まず始めに眼の特徴量を考えると、横に長く、上に凸型の弓形形状であると定義付けることができ、この定義付けに基づいて連続データの絞り込みを行うと、眼は横に長いという条件から、ポイント連続数が5ポイント以上続き、また、弓形形状であるという条件から、連続開始ポイントと連続終了ポイントのY座標値の差は、小さい連続データに絞り込むことができる。この判定に基づき連続データの絞り込みを行うと、図11(a)に示すようなグループG1～G6が抽出される。

【0060】次に、前述した各グループのX、Yの代表座標値の位置を考えると、図11(b)に示すように、X座標方向での近接度合いで、ZONE:L、ZONE:C、ZONE:Rに分類できる。これは、左眼と左眉でX座標方向に大きく離れることはなく、又、右眼と右眉でX座標方向に大きく離れる事はないからである。また、鼻下の影により連続データとなったものや、口の連続データは中央部付近に位置する。

【0061】このようにX座標方向の接近度合いで、更にデータを分類し、データを絞り込んで行くことで眼の位置検出を容易に行うことができる。ZONE:Lに含まれる連続データは、左眼と左眉であり、ZONE:Rに含まれる連続データは、右眼と右眉であると判別すると、眼の位置はG3、G4であり、その座標値も特定で

きる。このように眼の位置検出は両眼を対象として行うことができるが、居眠り検出を目的とした場合、片方の眼だけを閉じて眠る運転者はいないと思われることから、これ以降説明する閉眼検出については、片方（左眼）に限定している。この運転者の片方の眼（左眼）に限定した理由には、単に演算処理時間を節約するためだけでなく、右ハンドル車の場合、直射光が当ることがある右眼は、光の強さにより眼の形状が捉えにくくなることがあるからである。

【0062】次に、図3のステップ306の眼の開度検出の詳細を説明する。

【0063】眼の開度値を検出する方法としては、図14に示すように肌の白い部分から眼の黒い部分への濃度変化が最大となる所のQ点と、眼の黒い部分から肌の白い部分への濃度変化が最大となる所のR点との間隔を求めるものと、これから図12のフローチャートを用いて説明する二値化閾値を設定して眼の黒い部分の縦幅を求めるものがある。

【0064】それでは、これより二値化閾値を設定して眼の開度検出処理の詳細について説明する。

【0065】まず始めに開度検出を行う二値化画像へ変換するための二値化閾値設定方法の流れを、図12のフローチャートに基づいて説明する。まず、ステップ1201では図13(a)に示すようにY軸方向にライン上のデータに対してポイント抽出の処理を行い1ライン終了後に、一つ隣りのラインの処理に移行し、所定方向の全ラインでのポイント抽出が終了したか否かを判断する。ステップ1201で全ラインにおいてポイント抽出が行われていないと判断された場合は、ステップ1202に移行する。

【0066】このステップ1202では、所定方向の1ラインの濃度値の相加平均演算を行う。この処理は、画像データ撮影時の濃度値の変化の小さなばらつきを無くすことを目的としており、濃度値の大局的な変化を捉えるためである。図13(b)に、図13(a)のXaのラインデータの相加平均演算の処理結果を示す。図12のステップ1203では、ステップ1202の演算結果である相加平均値における微分演算を行う。この処理結果を図13(c)に示す。図12のステップ1204では、ステップ1203の演算結果である微分値によるポイント抽出を行う。このポイントの抽出方法は、微分値が負から正に変化するポイントP、図13(b)でいうとグラフが左向きに凸になるポイントを抽出する。次に、そのポイントの前後の濃度値の変化が所定値以下、以上であるか否か、図13(c)のグレーの部分に入るか否かを判定し、上記条件を満足する濃度値の変を持つポイントPを抽出する。

【0067】ステップ1205で図13(a)に示すようにXa列に抽出ポイントPが存在すると判定された場合は、ステップ1206へ移行し、P点の前後の微分値

の最大、最小値であるQ点とR点のY座標の濃度値をNa1（微分値が最小となるY座標の濃度値）とNa h（微分値が最大となるY座標の濃度値）をメモリしてステップ1207に移行する。

【0068】ステップ1207では、次のラインへの処理に切り替えステップ1201で全ラインの処理の終了が確認されるまで同一の処理を繰り返す。つまり、図14(a)に示すようにXa列後のXb列では、Xb列の抽出ポイントP点の前後の微分値の最大、最小値であるQ点とR点のY座標の濃度値をNb1とNb hとしてメモリして行く。

【0069】各ラインでメモリされる抽出ポイントの前の濃度変化の最小微分値、N_lは濃度値が明るい部分から暗い部分へ最も大きく変化する箇所であり、この濃度値より暗くなる部分、つまり、抽出ポイントP点に向かっては眼に当る部分の濃度値であるといえる。また、各ラインでメモリされる抽出ポイントの後の濃度変化の最大微分値、N_hは濃度値が暗い部分から明るい部分へ最も大きく変化する箇所であり、抽出ポイントP点からこの濃度値まで明るくなる部分が眼に当る濃度値であるといえる。よって、N_l、N_hの値は、二値化処理で眼の部分を黒画素(0)に、眼の回りの肌の部分を白画素(1)に確実に変換する閾値の設定情報として用いることができる。

【0070】ステップ1201で全ラインの処理の終了が確認された場合、ステップ1208へ移行し、各ラインの抽出ポイントの濃度値(N_l、N_h)の情報から二値化閾値を設定する。二値化閾値の設定は、下記に示すような方法が考えられる。

【0071】第一に、各ラインの最小微分値N_lの最小値を更新してその値を基準に設定する。

【0072】第二に、各ラインの最大微分値N_hの最大値を更新してその値を基準に設定する。

【0073】第三に、各ラインの最小微分値N_lの平均値を基準に設定する。

【0074】第四に、各ラインの最大微分値N_hの平均値を基準に設定する。

【0075】第五に、各ラインの全N_l、N_hの平均値を基準に設定する。

【0076】第六に、眼の連続データと抽出される各ラインのP点の最も明るい濃度値を基準にして微分値のレベルを用いて階調アップ量を補正して設定する。（微分値のレベルが大きい場合はP点の最も明るい濃度値にプラスする階調を大きく設定し、微分値のレベルが小さい場合はP点の最も明るい濃度値にプラスする階調を小さく設定する。）次に、図15を用いて眼の開度の検出方法を説明する。

【0077】前述した方法で求めた二値化閾値を用いて連続データが出現した範囲で更に領域を限定させて二値化処理を行う。その二値化画像は、検出対象者が正常時

と居眠り状態で、それぞれ図15に示すようになる。この時、黒画素に変換される眼の部分の縦方向への最大連続数をカウントすると、正常時（開眼）ではその値が大きくなり、居眠り時（閉眼）ではその値が小さくなる。このようにして眼の開度検出を行う。

【0078】次に、図4のフローチャートのステップ406における眼の追跡方法の詳細を図16を用いて説明する。この処理の初期状態、つまり第1フレームでは、当然、眼の追跡領域Eは設定されていないため、図3のステップ304、305で眼の追跡領域Eが設定される。この時、眼の中心座標と眼の追跡領域Eの中心座標は図16(a)に示すように一致している。一連の処理の終了後、第2フレームの処理に移り、ステップ303へ進むと、ここでは既に眼の追跡領域Eが設定されているため、ステップ306に移り、眼の開度と位置検出を行う。この時、検出される眼の位置は、図16(b)に示すようになる。図16(b)の眼の追跡領域Eは第1フレームで設定された位置にあるのに対し、現在の眼の位置は第2フレーム目に取り込まれた画像データであるため、顔の動き等により眼の中心点は眼の追跡領域Eの中心に対しズレてくる。しかし、眼が眼の追跡領域E内にある限り眼の開度と眼の詳細な位置検出は行うことができる。

【0079】ステップ406では、図16(b)の連続データから算出した眼の中心座標を基準に眼の追跡領域Eを更新することにより次フレームでの画像の取り込み領域とする。よって、極端に速い眼の移動でない限り、その動きに応じて眼の追跡領域Eを追従させることができる。図16(c)、(d)は第3フレーム、第4フレームで取り込まれる顔画像データでの眼の位置と眼の追跡領域Eの位置関係を示したものである。

【0080】次に、眼の位置の移動状態を判定することにより、警報出力に制限を加え、誤警報を低減する働きを図4のステップ402～405を用いて説明する。

【0081】眼の追跡座標（位置座標）が所定値以上移動し、検出対象が眼から眼鏡のフレームに入れ替わってしまう例を図17を用いて説明する。図17(a)のように撮影対象者が眼鏡を掛けている場合、図17(b)に示すように、眼の回りにノイズとなる眼鏡のフレーム等のデータが多く存在するので、顔が上方に速く動いた時、①の眼の追跡領域E内には、眼である連続データ1は該追跡領域E外に出てしまい、それに代わって眼鏡のフレームの連続データ2が入ってくる。この時、眼の追跡領域Eは②、③と眼鏡のフレームの連続データ2に引っ張られてしまい対象とするデータが入れ替わってしまうことがある。このような状態になると眼鏡のフレームは閉眼相当の縦幅しかないと認識し誤警報を発することになる。

【0082】これを解決するために、ステップ402では眼の追跡座標（位置座標）が所定値以上移動したか否

かを検出し、所定値以上移動した場合にはステップ403で警報制限タイマーをスタートさせ、警報制限フラグをONにする。そして、ステップ404で警報制限タイマーが所定時間T2を超えたか否か判定し、所定時間T2を越えない間はステップ408で警報を制限する。所定時間T2を越えた時にはステップ405で警報制限フラグをOFFにして警報可能のモードに戻す。

【0083】つまり、眼の位置座標が所定値以上移動し、検出対象が眼から眼以外のものに入れ替わり、この入れ替わった眼以外のものが閉眼相当の縦幅しかない場合には、所定時間T2の間に亘って居眠り警報出力が制限されるため、この時間が適正な追跡をする猶予時間となり、眼の追跡ミスによって眼を閉じたと誤認して生じる誤警報を低減できる。また、眼の誤認識を判別する所定時間T1より警報を制限する所定時間T2を長く設定すれば、図18に示すように、眼の誤認識を判別する所定時間T1より長い所定時間T2の間に亘って居眠り警報出力が制限されるため、眼の追跡ミスによって眼を閉じたと誤認して生じる誤警報を確実に防止できる。

【0084】また、開閉眼検出回路26より出力される眼の位置座標が所定値以上移動した場合には、眼の位置座標が所定値以上移動しなかった場合に較べて眼の誤認識を判別する所定時間T1を短かい時間T1'とするよう設定すれば、図19に示すように、誤った対象を追跡し続ける時間を短縮できる。

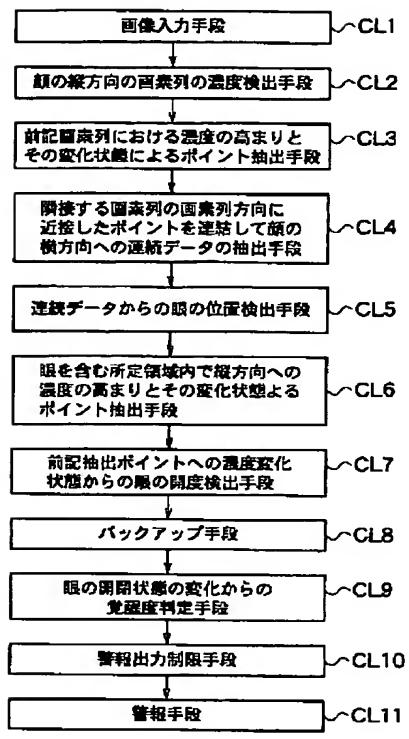
【0085】次に、トランクのように顔が激しく上下動するような状況が頻繁に発生する車両のように、正しく眼を追跡していても眼の位置座標の移動量が所定値以上となる場合が発生する。この場合に上記と同様に警報制限がなされると正しく眼を追跡しているにもかかわらず居眠り防止の警報が発せられない事態が生じる。

【0086】これを解決するために、警報出力制限回路29は、開閉眼検出回路26より出力される眼の位置座標が所定値以上移動した場合であって、所定値以上の移動前の位置を基準にした許容領域を設定する。そして、眼の位置座標が所定値以上移動した場合には、警報制限フラグをONとし警報制限タイマーをスタートさせるが、所定時間T2の間に検出対象が許容領域内に戻った場合には、居眠り警報出力の制限を解除するよう構成する。

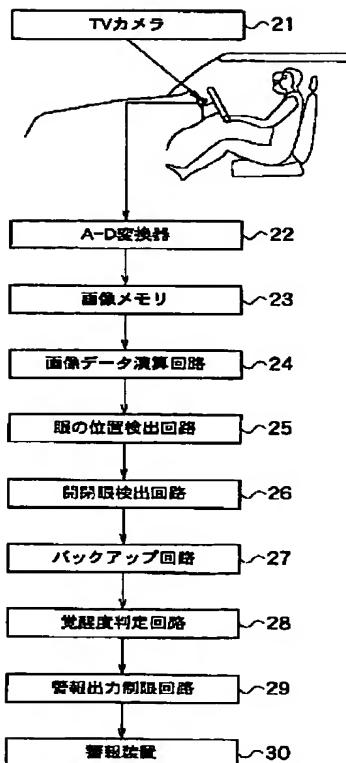
【0087】つまり、図20(a)に示すように、眼の位置座標が所定値を越えた最初の移動点Aが発生した時に、移動前のポイントOを基準に眼の移動を認識しない許容領域E1を設定する。その後、警報制限の所定時間T2までのカウントアップを行っている時に、この許容領域E1に追跡対象がCのように入ってきた場合は、直ちに警報制限フラグをOFFにする。このようにすることで追跡対象が本当に入れ替わってしまった図20(b)の場合と区別することができる。

【0088】最後に、眼の位置検出を行う際に、眼を誤

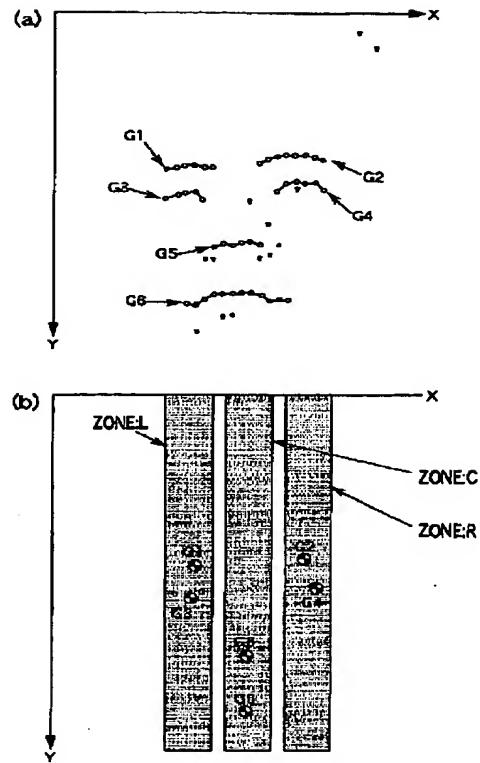
【図1】



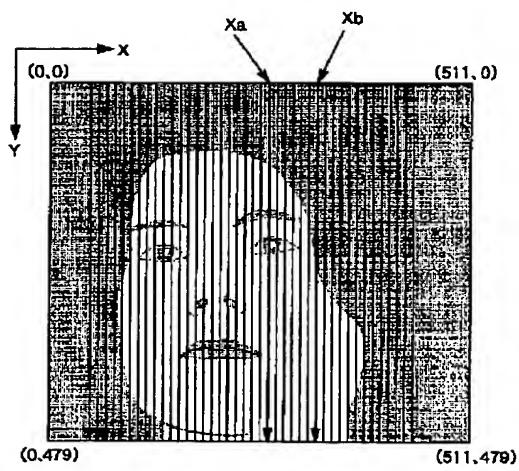
【図2】



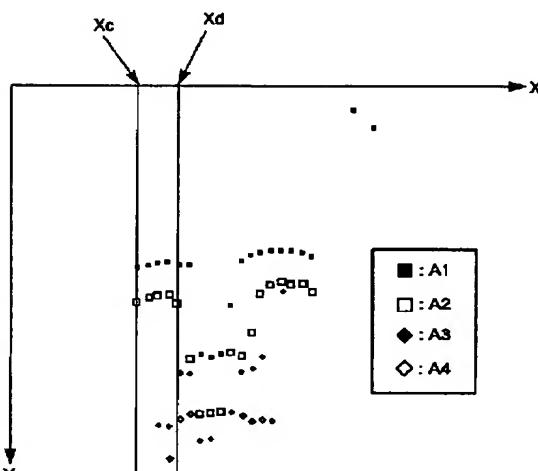
【図11】



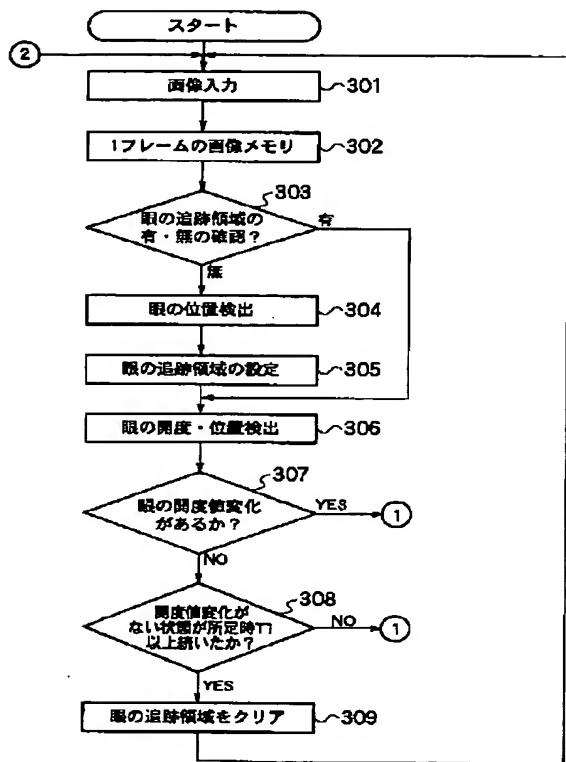
【図6】



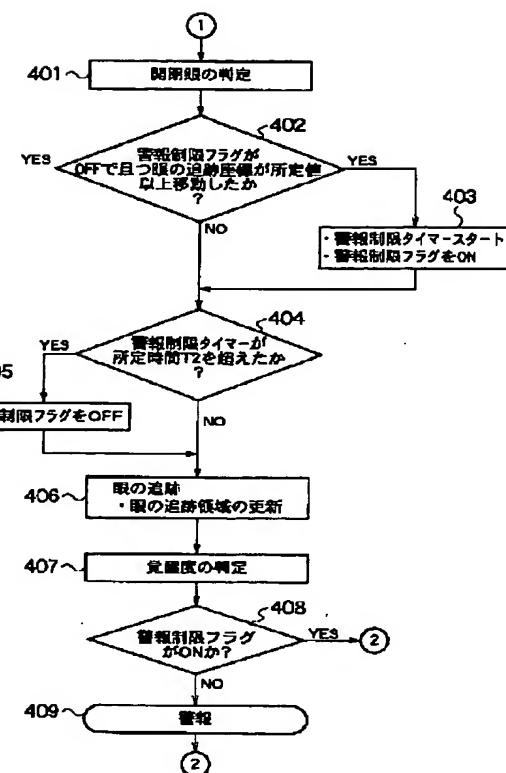
【図9】



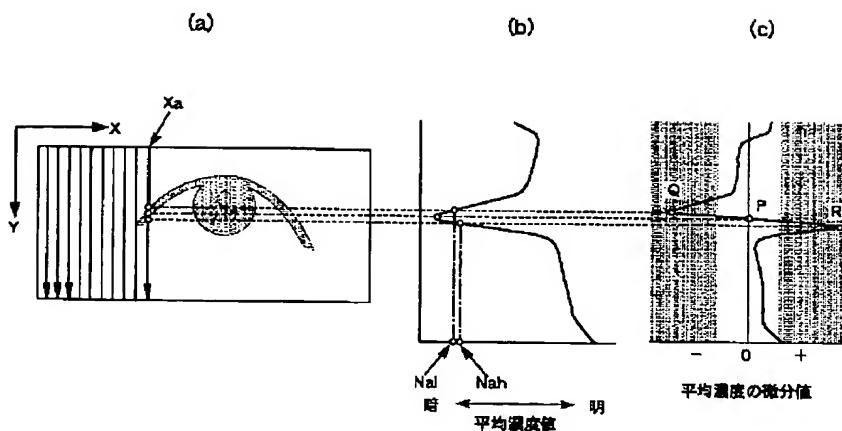
【図3】



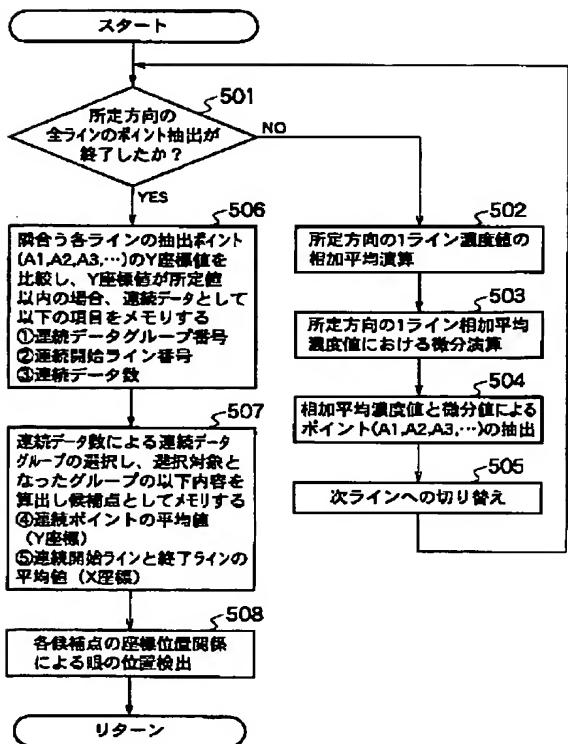
【図4】



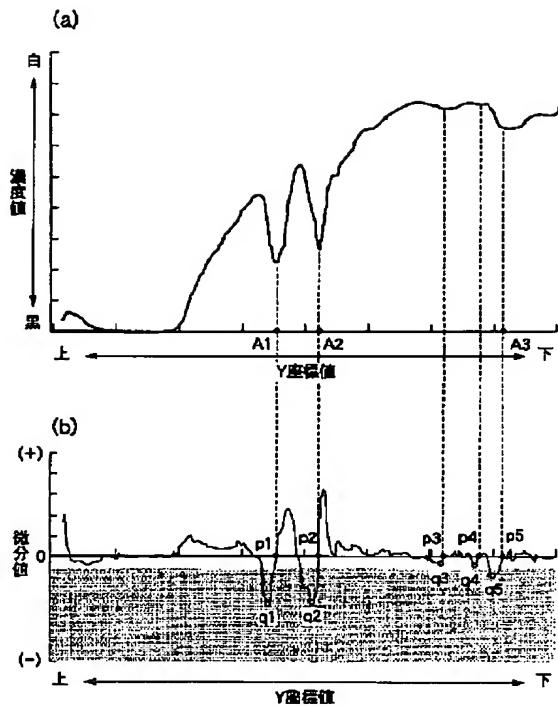
【図13】



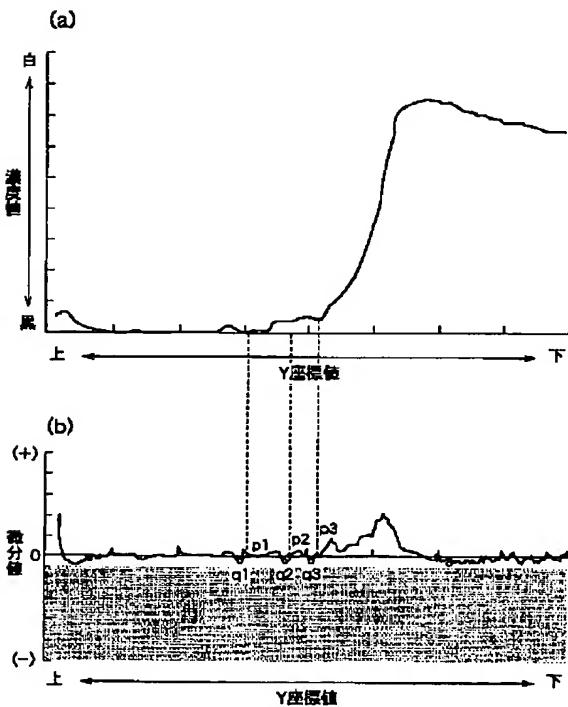
【図5】



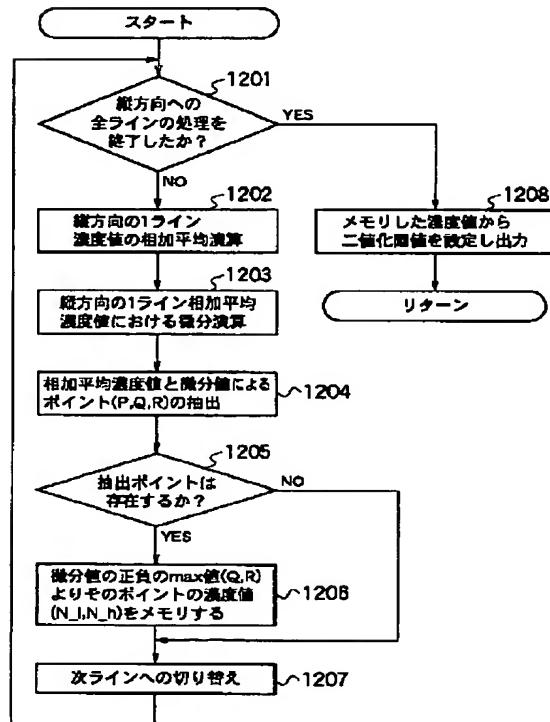
【図7】



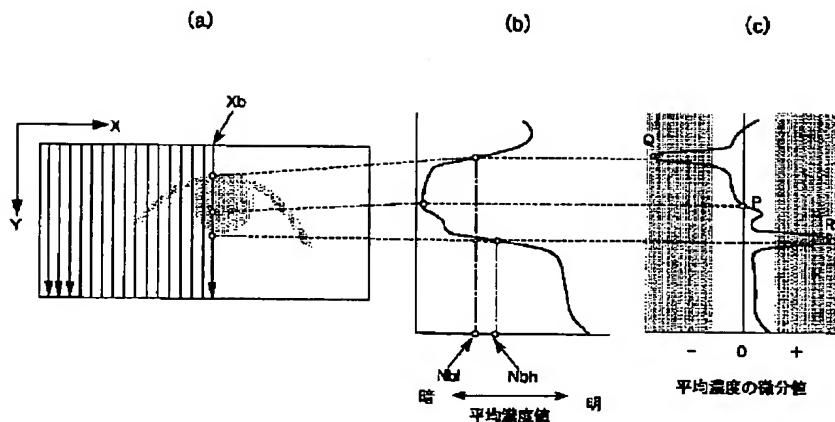
【図8】



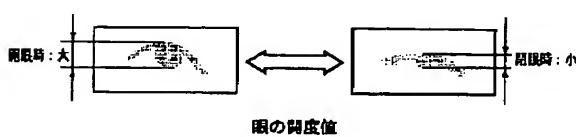
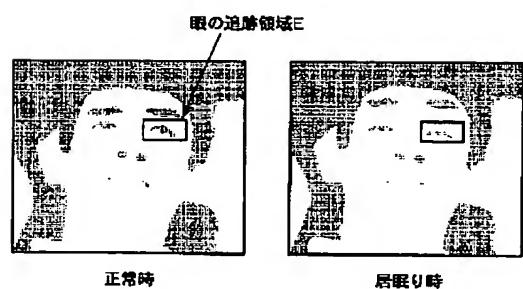
【図12】



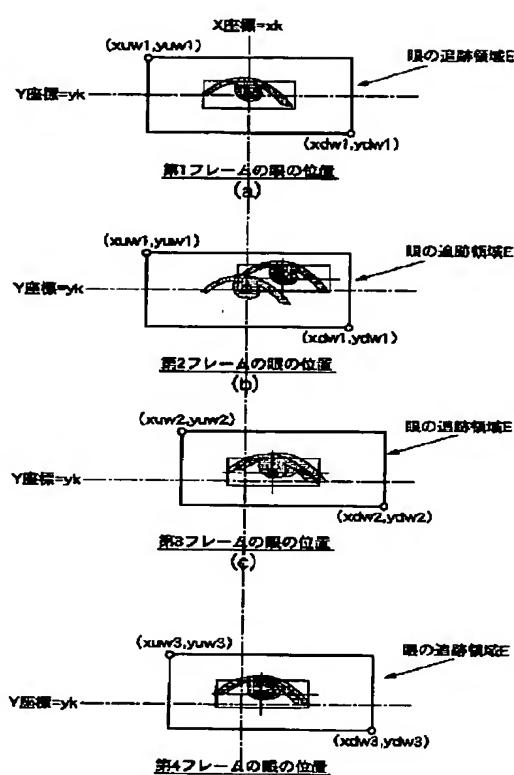
【図14】



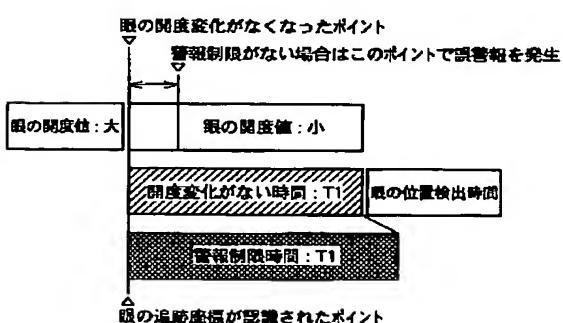
【図15】



【図16】



【図18】

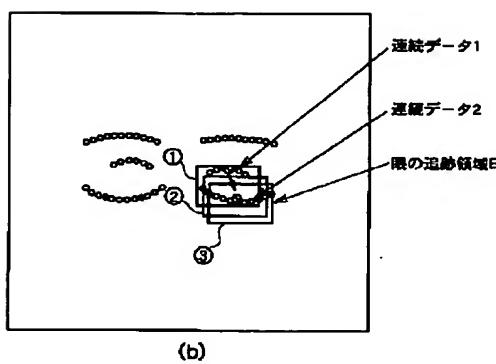
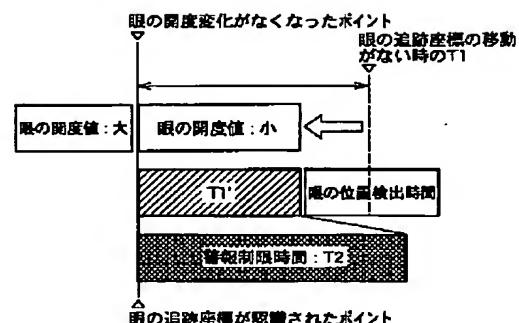


【図17】



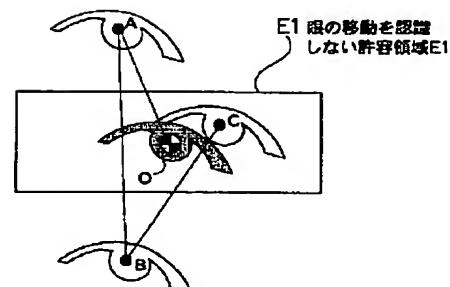
(a)

【図19】

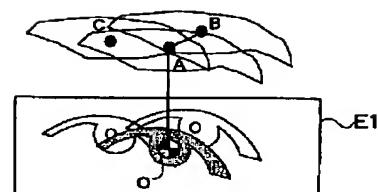


(b)

【図20】

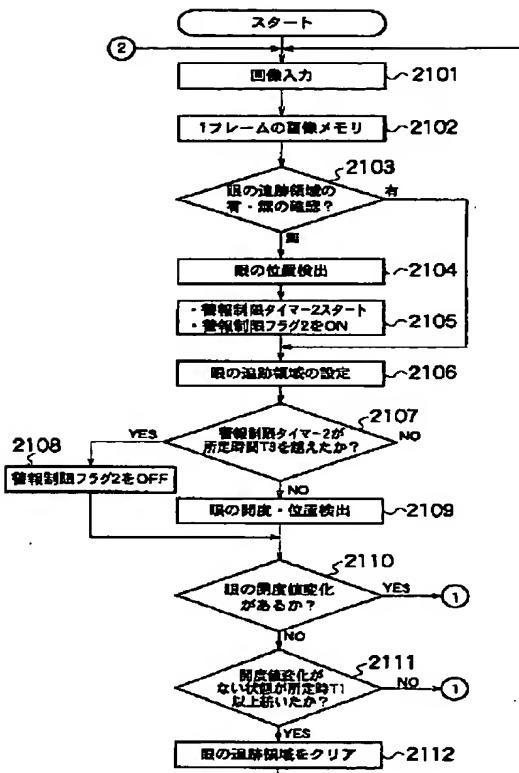


(a)



(b)

【図21】



フロントページの続き

(51)Int.C1. ⁷	識別記号	F I	テーマコード [*] (参考)
G 0 6 T 7/20		G 0 6 F 15/62	3 8 0 9 A 0 0 1
G 0 8 B 21/06		15/70	4 0 5

(72)発明者 福田 岳	F ターム(参考) 2F065 AA03 AA14 AA56 BB18 CC16
茨城県北相馬郡利根町大平31 ナイルス部	DD04 FF01 JJ03 JJ26 KK02
品株式会社内	QQ03 QQ07 QQ13 QQ25 QQ29
(72)発明者 金田 雅之	QQ36 RR07 SS09 UU05
神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産	3D037 FA05 FB09
自動車株式会社内	4C038 PP05 PQ04 PS07
(72)発明者 大和田 正次	5B057 AA16 BA02 CA08 CA12 CA16
神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産	CC03 DA08 DA15 DB02 DB09
自動車株式会社内	DC05 DC14 DC36
	5L096 DA03 FA19 FA32 FA69 GA02
	GA17 GA34 GA36 HA02 HA05
	JA11
	9A001 BB02 BB03 BB04 EE02 EE05
	GG05 HH24 HH25 JJ46 JJ77
	KK37 KK42 KK56 LL03